

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. November 2001 (29.11.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/89896 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B60T 8/00**,
B60C 23/06, 23/04

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ELSNER, Bernhard**
[DE/DE]; Loenssstrasse 2, 65597 Huenfelden (DE). **HEI-
DEMEYER, Henry** [DE/DE]; Friederichstrasse 13, 70825
Kornthal (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/01323

(22) Internationales Anmeldedatum:

5. April 2001 (05.04.2001)

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

100 25 502.7 23. Mai 2000 (23.05.2000) DE

Veröffentlicht:

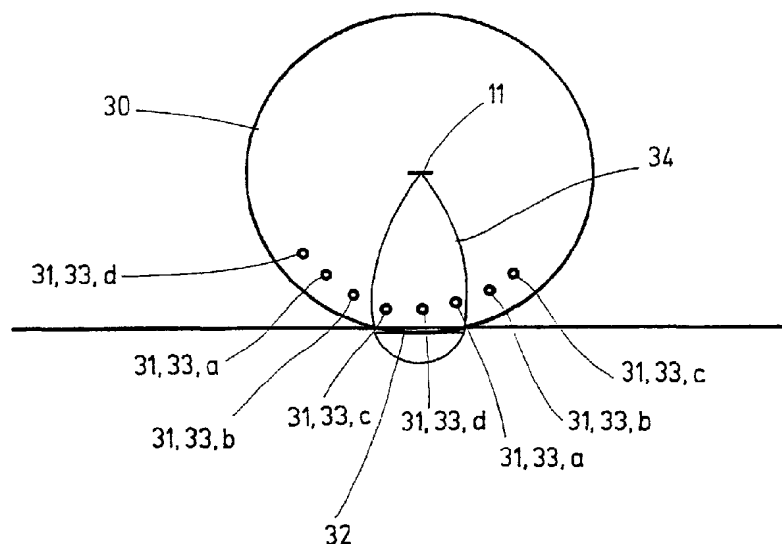
— mit internationalem Recherchenbericht

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: SENSOR SYSTEM FOR DETECTING VARIABLES TO BE MEASURED ON A ROTATING OBJECT

(54) Bezeichnung: SENSORSYSTEM ZUR ERFASSUNG VON MESSGRÖSSEN AN EINEM ROTIERENDEN GEGENSTAND



(57) Abstract: The invention relates to a sensor system for detecting at least one variable to be measured on a rotating object (30). Said sensor system comprises a plurality of sensors (33), disposed on the rotating object (30) and sensitive to the variable to be measured, and an antenna system (11) that supplies the sensors (33) with high-frequency energy and that receives a high-frequency signal from the sensors (33) that is modulated depending on the variable to be detected. The sensors are distributed across the periphery of the object (30) and the antenna system (11) has a directivity (34) for transmission and/or receipt that is stationary with respect to a coordinate system that does not rotate with the object (30) and that includes only a partial area (32) of the object (30).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 01/89896 A1



(57) Zusammenfassung: Ein Sensorsystem zum Erfassen von wenigstens einer Messgrösse an einem rotierenden Gegenstand (30) umfasst mehrere an dem rotierenden Gegenstand (30) angeordnete, für die Messgrösse empfindliche Sensoren (33) und eine Antennenanordnung (11) zum Versorgen der Sensoren (33) mit Hochfrequenzenergie und zum Empfang eines abhängig von der zu erfassenden Grösse modulierten Hochfrequenzsignals von den Sensoren (33). Die Sensoren sind an dem Gegenstand (30) in Umfangsrichtung verteilt angeordnet, und die Antennenanordnung (11) hat eine Richtcharakteristik (34) für das Senden und/oder den Empfang, die bezogen auf ein nicht mit dem Gegenstand (30) rotierendes Koordinatensystem ortsfest ist und die nur einen Teilbereich (32) des Gegenstandes (30) einschliesst.

Sensorsystem zur Erfassung von Meßgrößen an einem rotierenden Gegenstand.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Sensorsystem zur Fernerfassung wenigstens einer Meßgröße, die an einem rotierenden Gegenstand gemessen wird.

Stand der Technik

Die Fernabfragbarkeit eines Sensors ist in vielen Anwendungsbereichen erforderlich, insbesondere dort, wo es problematisch ist, eine dauerhafte körperliche Verbindung zwischen einem Sensor und einer zugehörigen Auswerteeinheit herzustellen, über die Ausgangssignale des Sensors zu der Auswerteeinheit übertragen werden können. Solche Verbindungsprobleme treten überall dort auf, wo der Sensor relativ zu der zugehörigen Auswerteeinheit bewegt ist, insbesondere bei Drehbewegungen. Als Beispiele hierfür können die Erfassung des Drucks in einem an einem Fahrzeug drehbar montierten Luftreifen oder die

-2-

Messung des Drehmoments auf einer rotierenden Welle dienen.

Diese Anwendungen erfordern die Übertragung von
5 Ausgangssignalen des Sensors auf elektromagnetischem Wege im allgemeinsten Sinne, d. h. die Übertragung von Funk-, Mikrowellen- oder Lichtsignalen. Eine Möglichkeit hierfür ist, das Sensorelement mit einer eigenen Stromversorgung auszurüsten, um die
10 Energie bereitzustellen, die für die Messung und die Übertragung der Ausgangssignale benötigt wird. Dieses Prinzip stößt jedoch schnell an seine Grenzen durch die entstehenden Kosten (Batterie), das relativ hohe Gewicht der Sensoreinheit und die notwendige Wartung, da ein Tausch der Batterie nach
15 einer bestimmten Betriebszeit notwendig ist.

Es ist daher wünschenswert, den Sensor vollkommen passiv, d. h., ohne eigene Stromversorgung zu realisieren, um die Probleme im Zusammenhang mit der
20 Batterie zu umgehen und den Sensor kleiner, leichter und unempfindlicher zu machen.

Ein Beispiel für ein Sensorsystem mit auf elektromagnetischem Wege fernabfragbaren Sensoren ist in
25 DE 19 702 768 C1 behandelt. Das aus dieser Schrift bekannte Sensorsystem umfaßt:

- einen an dem rotierenden Gegenstand angeordneten, für die Meßgröße empfindlichen Sensor und Mittel zum Weiterleiten der Signale des Sensors zu einer Verarbeitungseinrichtung, wobei diese Mittel eine
5 Antennenanordnung zum Versorgen des wenigstens einen Sensors mit Hochfrequenzenergie und zum Empfangen eines abhängig von der zu erfassenden Größe modulierten Hochfrequenzsignals von dem Sensor umfassen.

10

Dieses Sensorsystem ist geeignet, um Meßgrößen an dem rotierenden Gegenstand zu erfassen, die im wesentlichen an dem gesamten Gegenstand konstant sind, so daß es auf den genauen Ort einer Messung
15 nicht ankommt.

Wenn es jedoch darum geht, Meßgrößen zu erfassen, deren Werte nicht an dem zu messenden Gegenstand gleichförmig sind, stößt das bekannte Sensorsystem
20 schnell an seine Grenzen. Zwar sind Messungen an Teilbereichen des rotierenden Gegenstandes noch durchführbar, wenn diese gemeinsam mit dem Gegenstand rotieren, wenn also der Sensor an dem interessierenden Teilbereich angeordnet und mit diesem gemeinsam rotieren kann; wenn es jedoch darum geht,
25 Meßgrößen in einem Teilbereich des rotierenden Gegenstandes zu erfassen, der bezogen auf ein nicht mit dem Gegenstand rotierendes Koordinatensystem

ortsfest ist, so ist das bekannte System überfordert.

Vorteile der Erfindung

5

Durch die vorliegende Erfindung wird ein Sensorsystem zum Erfassen von wenigstens einer Meßgröße an einem rotierenden Gegenstand geschaffen, das es auf einfache Weise ermöglicht, eine Meßgröße an einem
10 Teilbereich des rotierenden Gegenstandes zu erfassen, der in Bezug auf ein nicht mit dem Gegenstand rotierendes Koordinatensystem ortsfest ist.

Diese Vorteile werden dadurch erreicht, daß an dem
15 rotierenden Gegenstand mehrere Sensoren in Umfangsrichtung verteilt angeordnet sind, und daß die Antennenanordnung eine Richtcharakteristik für das Senden und/oder den Empfang hat, die bezogen auf das nicht rotierende Koordinatensystem ortsfest ist
20 und die nur den Teilbereich des Gegenstandes einschließt.

Im Laufe der Drehung des Gegenstandes durchlaufen eine Vielzahl der an ihm angeordneten Sensoren
25 nacheinander den Teilbereich, wo sie mit der Antennenanordnung in Wechselwirkung treten können. Dies bedeutet, daß die betreffenden Sensoren nur dann, wenn sie sich in dem Teilbereich befinden, mit

Hochfrequenzenergie versorgt werden, die es ihnen ermöglicht, ihrerseits ein Antwort-Funksignal abzu-
strahlen, und/oder daß ein von den Sensoren abge-
strahltes Antwort-Funksignal von der Antennenanord-
5 nung nur dann empfangen wird, wenn der betreffende
Sensor sich in dem Teilbereich befindet.

Bei dem Teilbereich kann es sich vorteilhafterweise
um eine Kontaktfläche des Gegenstandes mit einer
10 Unterlage handeln. So ist es z. B. möglich, Kon-
taktkräfte, die zwischen dem Gegenstand und der Un-
terlage wirken, zu messen, während der Gegenstand
über die Unterlage rollt.

15 Um das System einfach und kompakt zu halten, ist
bevorzugt, daß die Antennenanordnung eine gemeinsa-
me Antenne für das Senden von Hochfrequenzenergie
an die Sensoren als auch für den Empfang eines Ant-
wortsignals von den Sensoren umfaßt.

20

Sensoren, die zur Erfassung einer gleichen physika-
lischen Größe dienen, können in Umfangsrichtung des
Gegenstandes zweckmäßigerweise einen Abstand haben,
der im wesentlichen der Ausdehnung des Teilbereichs
25 in Umfangsrichtung entspricht. Auf diese Weise ist
sichergestellt, daß sich im Laufe der Drehung des
Gegenstandes jederzeit ein Sensor für die betref-
fende Meßgröße in dem Teilbereich befindet, so daß

eine kontinuierliche Messung der Meßgröße gewährleistet ist.

Besonders bevorzugt ist, daß die Sensoren eine Kodierung aufweisen, die es ermöglicht, unter einer Mehrzahl von in dem Teilbereich befindlichen Sensoren selektiv wenigstens einen Sensor mit Hochfrequenzenergie zu versorgen oder selektiv von wenigstens einem in dem Teilbereich befindlichen Sensor zu empfangen. Eine solche Maßnahme erlaubt es, die Sensoren am Umfang des rotierenden Körpers dichter zu staffeln, als es der Ausdehnung des Teilbereichs in Umfangsrichtung entspricht; da die Sensoren jedoch selektiv abgefragt werden können, kann die Meßgröße mit einer Ortsauflösung bestimmt werden, die feiner als die Ausdehnung des Teilbereiches ist.

Eine besonders einfache Identifizierung der Sensoren ist dann gegeben, wenn die Sensoren n Gruppen bilden, die jeweils zyklisch auf den Umfang des Gegenstandes verteilt sind.

Um eine eindeutige Zuordnung der von den einzelnen Sensoren gelieferten Meßwerte zu gewährleisten, ist bevorzugt, daß der Teilbereich so begrenzt ist, daß niemals Sensoren aller n Gruppen sich gleichzeitig darin befinden.

-7-

Zweckmäßig ist ferner, daß jeder Sensor einen ersten Resonator aufweist, der durch eine der Trägerfrequenz der Hochfrequenzenergie aufmodulierte Meßfrequenz anregbar ist und dessen Resonanzfrequenz in Abhängigkeit von der Meßgröße variabel ist. Diese Resonanzfrequenz kann einem Antwort-Funksignal aufmoduliert werden, das der Sensor an die Antennenanordnung aussendet, so daß eine an die Antennenanordnung angeschlossene Verarbeitungseinrichtung aus der Modulationsfrequenz auf den Wert der zu erfassenden Meßgröße rückschließen kann.

Dieser Resonator umfaßt vorzugsweise als schwingfähiges Element einen Oberflächenwellenresonator oder einen Schwingquarz. Ferner ist vorzugsweise ein für die Meßgröße sensitives diskretes Bauelement in den ersten Resonator einbezogen, was es ermöglicht, als schwingfähiges Element preiswerte Standardbauelemente zu verwenden.

Die Verwendung von Resonatoren mit in Abhängigkeit von der Meßgröße variabler Resonanzfrequenz hat ferner den Vorteil, daß die oben erwähnte Kodierung dadurch realisiert werden kann, daß jedem Sensor des Sensorsystems ein spezifischer Resonator-Abstimmbereich zugeordnet wird. Dies erlaubt es, anhand der Modulationsfrequenz des an der Antennen-

- 8 -

anordnung von einem Sensor kommend empfangenen Antwort-Funksignals auf die Identität des sendenden Sensors rückzuschließen.

- 5 Wenn sich die Abstimmbereiche der einzelnen ersten Resonatoren verschiedener Sensoren teilweise überlappen, so kann eine Zuordnung des empfangenen Antwort-Funksignals unter Berücksichtigung auch der Empfangsfeldstärke an der Antennenanordnung getroffen werden. Eine einfachere Zuordnung ergibt sich
10 jedoch, wenn die Resonator-Abstimmbereiche der einzelnen Kodierungen disjunkt sind.

Eine bevorzugte Anwendung des erfindungsgemäßen
15 Sensorsystems ist die Erfassung von vektoriellen Meßgrößen, insbesondere von Kräften oder Beschleunigungen. Wenn der rotierende Gegenstand z. B. ein Fahrzeugreifen ist, können durch die Erfassung solcher Größen Gefahrensituationen wie etwa Aquaplaning, zu geringe Bodenhaftung einzelner Räder des
20 Fahrzeugs beim Durchfahren von Kurven etc. erfaßt und eine diesbezügliche Warnmeldung für den Fahrer des Fahrzeugs erzeugt werden.

- 25 In einem solchen Fall ist es häufig nicht notwendig, alle drei Komponenten der vektoriellen Größe zu erfassen; in den obengenannten Beispielfällen ist es ausreichend, wenn die Sensoren jeweils zur

- 9 -

Erfassung von zwei zueinander senkrechten, zur Oberfläche des Gegenstandes tangentialen Komponenten der Meßgröße ausgelegt sind. Auf den Wert einer radial zum Reifen orientierten Komponente der vektoriellen Größe kann durch Messung beispielsweise des Reifendrucks geschlossen werden. Es ist deshalb nicht erforderlich, Sensoren für die radiale Komponente der vektoriellen Größe auf dem Umfang des Reifens zu verteilen; es ist ausreichend, wenn ein einzelnen Sensor für den Reifendruck vorhanden ist.

Ferner ist es vorteilhaft, daß jeder Sensor einen durch eine Trägerfrequenz der Hochfrequenzenergie anregbaren zweiten Resonator aufweist. Dieser zweite Resonator erlaubt es, die Hochfrequenzenergie für eine begrenzte Zeit zu speichern, so daß sie zur Erzeugung des Antwort-Funksignals zur Verfügung steht. Dies hat zum einen den Vorteil, daß der Sensor zum Erzeugen des Antwort-Funksignals nicht auf die gleichzeitige Aussendung der Hochfrequenzenergie durch die Antennenanordnung angewiesen ist, weil der zweite Resonator während einer Pause der Hochfrequenzenergie-Versorgung in der Lage ist, die zum Senden des Antwort-Funksignals notwendige Energie zu liefern. Da die Hochfrequenzenergie-Versorgung pausieren kann, ist es bequem möglich, eine gleiche Antenne jeweils zeitversetzt zum Versorgen der Sensoren mit der Hochfrequenzenergie und

- 10 -

zum Empfangen ihrer Antwort-Funksignale einzusetzen. So ermöglicht es der erste Resonator, den Sensor als ein passives Element ohne eigene Stromversorgung zu bauen.

5

Ein weiterer Vorteil der Verwendung des zweiten Resonators ist, daß er eine selektive Anregung einzelner Sensoren durch ein Abfrage-Funksignal mit auf den zweiten Resonator abgestimmter Trägerfrequenz ermöglicht, beziehungsweise daß er in einer Umgebung, in der einer Mehrzahl von Abfrageeinheiten
10 jeweils wenigstens ein Sensor zugeordnet ist, jeder Abfrageeinheit und den ihr zugeordneten Sensoren eine spezifische Trägerfrequenz zugeteilt werden
15 kann, die es den Abfrageeinheiten ermöglicht, selektiv nur die ihnen zugeordneten Sensoren anzusprechen und abzufragen.

Als zweiter Resonator sind insbesondere Oberflächenwellen-Resonatoren bevorzugt.
20

Besonders vorteilhaft sind solche Oberflächenwellen-Resonatoren, die in der Lage sind, in Reaktion auf einen Anregungs-Schwingungsimpuls einen zeitlich verzögerten Ausgangs-Schwingungsimpuls zu erzeugen. Solche Resonatoren können während eines
25 ersten Zeitintervalls, das kürzer als die Verzögerung im zweiten Resonator sein sollte, zu einer

- Schwingung angeregt werden; die in dieser Schwingung gespeicherte Energie steht aber erst dann als Antriebsenergie für den Sensor zur Verfügung, wenn die Hochfrequenzenergie-Versorgung durch die Antennenanordnung pausiert. Solange die Verzögerung andauert, wird die Energie in dem zweiten Resonator mit geringen, durch die Schwingungsdämpfung des Resonatorsubstrats bedingten Verlusten gespeichert.
- 10 Eine solche Verzögerung kann auf einfache Weise mit Hilfe einer Ausbreitungsstrecke für die Oberflächenwelle erreicht werden, die von einer in dem Resonator angeregten Oberflächenwelle zurückgelegt werden muß, bevor sie abgegriffen wird.
- 15 Solche Resonatoren können zum Beispiel als Oberflächenwellen-Filter mit einem ersten Elektrodenpaar zum Anregen der Oberflächenwelle und einem räumlich beabstandeten zweiten Elektrodenpaar zum Abgreifen
- 20 der Oberflächenwelle ausgebildet sein, wobei die zwei Elektrodenpaare durch die Ausbreitungsstrecke voneinander getrennt sind.
- Alternativ können sie als Resonatoren mit einem
- 25 einzigen Elektrodenpaar ausgebildet sein, wobei das einzige Elektrodenpaar sowohl zum Anregen als auch zum Abgreifen der Oberflächenwelle dient, wobei jeweils Reflektorelektroden in einem Abstand von dem

- 12 -

Elektrodenpaar angeordnet sind, um die sich in dem Substrat des Resonators ausbreitende Oberflächenwelle mit einer Zeitverzögerung zu dem Elektrodenpaar zu reflektieren.

5

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beigefügten Figuren.

10

Figuren

Es zeigen:

15

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Fahrzeugrades, das mit einem erfindungsgemäßen Sensorsystem gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel ausgestattet ist;

20

Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Fahrzeugrades mit einem Sensorsystem gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel;

25

Fig. 3 ein Blockdiagramm eines Sensors des Fahrzeugrades aus Figur 1;

- Fig. 4 ein Blockdiagramm einer Abfrageeinheit
für den Sensor aus Fig. 2;
- 5 Fig. 5 den zeitlichen Verlauf der Intensitäten
der Funksignale an der Antennenanordnung
der Abfrageeinheit aus Fig. 3;
- 10 Fig. 6 ein erstes Beispiel für den Aufbau eines
Oberflächenwellenresonators, der als
zweiter Resonator für einen Sensor wie
den Sensor aus Fig. 2 geeignet ist;
- 15 Fig. 7 ein zweites Beispiel für den Aufbau eines
Oberflächenwellenresonators; und
- 20 Fig. 8 den zeitlichen Verlauf der Intensitäten
der Funksignale an der Antennenanordnung
bei Verwendung eines zweiten Resonators
des in Figur 5 oder 6 dargestellten Typs.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt ein erstes Beispiel eines Fahrzeuggra-
25 des mit einem Luftreifen 30, das mit einem erfin-
dungsgemäßen Sensorsystem ausgestattet ist. Auf der
Lauffläche des Luftreifens ist eine Vielzahl von
Sensoren 33 angeordnet; sie können z. B. in die

Profilelemente des Luftreifens eingebettet oder im Bereich des (Stahl-)Mantels angeordnet sein.

Dabei kann es sich bei den Sensoren 33 um kapazitive oder induktive Sensoren handeln, auf deren Aufbau und Arbeitsweise im folgenden anhand der Figuren 3 fortfolgende noch genauer eingegangen wird.

Die Sensoren 33 sind vorgesehen, um die Verformung des Profils des Luftreifens 30 an einem Teilbereich des Luftreifens 30, nämlich seiner abgeplatteten Kontaktfläche 32 zur Straße, zu messen.

Eine Antenne 11 ist in der Nähe der Achse des Rades angeordnet und hat eine auf den abgeplatteten Bereich 32 orientierte Richtcharakteristik, hier durch die Keule 34 dargestellt.

Die Antenne 11 ist Teil einer Abfrageeinheit, die in Figur 4 als Blockdiagramm dargestellt ist. In der Abfrageeinheit befindet sich ein Oszillator 13, der ein Signal, hier als Abfrage-Trägersignal bezeichnet, mit einer Trägerfrequenz f_T im Bereich von 2,54 GHz erzeugt. Die Trägerfrequenz ist vorzugsweise um einige MHz gezielt variierbar. Ein zweiter Oszillator 14 erzeugt ein Abfrage-Meßsignal in Form einer Schwingung mit einer Frequenz f_M im Bereich von 0 bis 80 MHz. Wenn die Abfrageeinheit zum Abfra-

gen mehrerer Sensoren eingesetzt wird, ist die Meßfrequenz f_m zweckmäßigerweise ebenfalls gezielt variierbar, und zwar in Schritten, die der Größe des Resonanzbereichs eines ersten Resonators der Sensoren entsprechen, auf den an späterer Stelle noch eingegangen wird.

Ein Modulator 15 ist an die zwei Oszillatoren 13, 14 angeschlossen und moduliert das Abfrage-Meßsignal auf das Abfrage-Trägersignal auf und erzeugt so ein Abfrage-Funksignal, das an einen Schalter 12 ausgegeben wird. Der Schalter 12 steht unter der Kontrolle eines Zeitgebers 16, der eine Sende-Empfangsantenne 11 abwechselnd mit dem Ausgang des Modulators 15 und dem Eingang einer Demodulations- und Meßschaltung 17 verbindet, die eine Verarbeitungseinrichtung zum Extrahieren der Werte der zu erfassenden Meßgrößen aus den empfangenen Antwort-Funksignalen darstellt. Die vom Modulator 15 ausgeführte Modulation kann insbesondere eine Amplitudenmodulation oder eine Quadraturmodulation sein; die in der Demodulations- und Meßschaltung 17 stattfindende Demodulation ist komplementär dazu.

Der Aufbau der Sensoren 33 ist in Figur 3 anhand eines Blockdiagramms dargestellt. Das von der Antenne 11 abgestrahlte Abfrage-Funksignal wird von einer Antenne 1 des in Figur 3 gezeigten Sensors

empfangen. An die Antenne ist eine Demodulationsdiode 2, zum Beispiel eine Schottky- oder Detektordiode angeschlossen. Eine solche Diode zeichnet sich durch eine bereits in der Nähe des Koordinatenursprungs im wesentlichen parabelförmige Kennlinie und damit durch ein stark nichtlineares Verhalten aus, das zu einer Mischung der im Abfrage-Funksignal enthaltenen Spektralanteile und damit zur Erzeugung einer spektralen Komponente mit der Frequenz f_m des Meßsignals am Ausgang der Demodulationsdiode 2 führt. Der ebenfalls am Ausgang der Demodulationsdiode 2 erscheinende spektrale Anteil mit der Trägerfrequenz f_t dient zur Anregung eines Resonators 3, hier als zweiter Resonator bezeichnet.

An den Ausgang der Demodulationsdiode 2 ist ferner ein Tiefpaßfilter 4 und, hinter dem Tiefpaßfilter 4 ein sogenannter erster Resonator 5 angeschlossen, der zusammen mit einem für die Meßgröße sensitiven Element 6 einen Schwingkreis bildet. Der erste Resonator 5 ist genauso wie der zweite Resonator 3 ein kommerziell verfügbares Bauelement, zum Beispiel ein Schwingquarz oder ein Oberflächenwellenresonator. Durch die Zusammenschaltung mit dem sensitiven Element 6 ist die Resonanzfrequenz des ersten Resonators 5 in Abhängigkeit von der Meßgröße variabel.

Der Zweck des Tiefpaßfilters 4 liegt im wesentlichen darin, spektrale Anteile im Bereich der Trägerfrequenz f_t von dem ersten Resonator 5 fernzuhalten und deren Dissipation im ersten Resonator 5 so zu verhindern. Auf diese Weise bewirkt der Tiefpaßfilter 4 zum einen eine effektivere Anregung des zweiten Resonators 3, solange das Abfrage-Funksignal von der Antenne 1 empfangen wird; wenn das Abfrage-Funksignal pausiert, begrenzt der Tiefpaßfilter 4 die Dämpfung des zweiten Resonators 3.

Das sensitive Element 6 ist ein induktives oder kapazitives Element, zum Beispiel ein mikromechanisches Drucksensorelement mit zwei relativ zueinander in Abhängigkeit von einer einwirkenden Kraft oder Beschleunigung beweglichen Kondensatorplatten. Ein solches Element 6 beeinflusst im wesentlichen nur die Resonanzfrequenz, nicht aber die Dämpfung des ersten Resonators 5.

Da ein solcher Sensor jeweils nur für eine Kraft- oder Beschleunigungskomponente in einer Raumrichtung empfindlich ist, sind bei dem Luftreifen 30 aus Figur 1 an jeder Umfangsposition 31 jeweils drei Sensoren 33 vorgesehen, zwei für die zur Oberfläche des Luftreifens tangentialen Richtungen, in

Fahrtrichtung und quer dazu, und ein dritter für die radiale Richtung.

Fig. 5 veranschaulicht schematisch den Verlauf der Empfangsfeldstärke P an der Antenne 11 der Abfrageeinheit als Funktion der Zeit t im Laufe eines Abfragezyklus. Die Empfangsfeldstärke P ist mit einem logarithmischen Maßstab aufgetragen. Während eines Zeitraums $t = 0$ bis $t = t_1$ wird das Abfrage-Funksignal ausgestrahlt, es ist somit zwangsläufig um Größenordnungen stärker als aus der Umgebung der Abfrageeinheit zurückgeworfene Echosignale oder ein eventuell von einem Sensor geliefertes Antwortsignal.

15

Am Zeitpunkt t_1 verbindet der Schalter 12 die Antenne 11 mit der Demodulations- und Meßschaltung 17, und die Ausstrahlung des Abfrage-Funksignals wird unterbrochen. Während eines kurzen Zeitraums $[t_1, t_2]$ treffen an der Antenne 11 Echos des Abfrage-Funksignals ein, die von Hindernissen in unterschiedlichen Abständen in der Umgebung der Antenne 11 zurückgeworfen werden.

25 Nachdem diese Echosignale abgeklungen sind, trifft an der Antenne 11 nur noch ein Antwort-Funksignal ein, das im Sensor 33 durch Mischen der Schwingungen der zwei Resonatoren 3, 5 in der jetzt als Mo-

dulator fungierenden Diode 2 erzeugt worden und über die Antenne 1 abgestrahlt worden sind. Die Demodulations-Meßschaltung 17 wartet daher nach dem Umschalten des Schalters 12 noch eine vorgegebene
5 Zeitspanne Δt ab, bevor sie beginnt, das von der Antenne 11 empfangene Antwortsignal auf Frequenz und/oder Dämpfung zu untersuchen und so die darin enthaltene Information über die Meßgröße zu extrahieren.

10

Die Verzögerung Δt kann in Abhängigkeit von der Sende- und Empfangsleistung der Abfrageeinheit fest vorgegeben sein, zum Beispiel in dem Sinne, daß für eine gegebene Bauart der Abfrageeinheit eine maxi-
15 male Reichweite bestimmt wird, aus der Echosignale noch durch die Abfrageeinheit nachweisbar sind, und die Verzögerung Δt wenigstens gleich dem Zweifachen der Laufzeit gewählt wird, die dieser Reichweite entspricht.

20

Da während der Verzögerungszeit Δt aber auch die Schwingungen der Resonatoren 3 und 5 abklingen, ist es vorteilhafter, die Verzögerungszeit Δt in Abhängigkeit von der jeweiligen Einsatzumgebung der Ab-
25 frageeinheit so kurz wie möglich zu wählen, indem zum Beispiel für eine konkrete Einsatzumgebung die maximale Entfernung einer potentiellen Echoquelle von der Abfrageeinheit bestimmt wird und die Verzö-

gerung wenigstens gleich der zweifachen Signallaufzeit vom Sensorelement zur Abfrageeinheit und damit gerade so groß gewählt wird, daß ein Echo von dieser Quelle nicht ausgewertet wird. Bei dem in Figur 5 1 dargestellten Sensorsystem kann als Verzögerungszeit Δt zum Beispiel die Zeit gewählt werden, die der Laufzeit eines Funksignals von der Antenne 11 zur Fahrbahn im Bereich des abgeplatteten Bereichs 32 und zurück zur Antenne 11 entspricht.

10

Figur 8 ist eine schematische Darstellung des Verlaufs der Empfangsfeldstärke P an der Antenne 11 der Abfrageeinheit als Funktion der Zeit t im Laufe eines Abfragezyklus, der sich ergibt, wenn ein Oberflächenwellenresonator der in Figur 6 oder 7 15 dargestellten Bauart als zweiter Resonator des Sensors eingesetzt wird.

Während eines Zeitraums $t = t_0$ bis $t = t_1$ wird das 20 Abfrage-Funksignal ausgestrahlt, genauso wie im Falle der Figur 5. Am Zeitpunkt t_1 wird die Ausstrahlung des Abfrage-Funksignals unterbrochen; die Empfangsfeldstärke P an der Antenne 11 nimmt in dem Maße ab, wie aus der Umgebung der Antenne 11 zurückgeworfene Echos des Abfrage-Funksignals abklin- 25 gen.

Zum Zeitpunkt $t_3 = t_0 + \tau$ (unter Vernachlässigung von Signallaufzeiten zwischen Abfrageeinheit und Sensor) beginnt die Oberflächenwelle, die in dem zweiten Resonator 3 während des Empfangs des Abfrage-
5 Funksignals durch den Sensor angeregt worden ist, das Elektrodenpaar zu erreichen, an dem sie abgegriffen wird, so daß ab dem Zeitpunkt t_3 ein modulierte Antwort-Funksignal am Sensor erzeugt wird. Indem die Ausdehnung des zweiten Resonators 3 bzw.
10 die Verzögerung τ innerhalb dieses Resonators 3 groß genug gewählt wird, kann erreicht werden, daß zwischen dem Abklingen der Echos zum Zeitpunkt t_2 und dem Eintreffen des Antwort-Funksignals zum Zeitpunkt t_3 eine Empfangspause mit vernachlässigbarer Empfangsfeldstärke liegt, die durch die Demodulations- und Meßschaltung 17 der Abfrageeinheit erfaßbar ist und es dieser erlaubt, eindeutig zwischen Echo und Antwort-Funksignal zu unterscheiden. Zum Zeitpunkt $t_4 = t_1 + \tau$ hat die Oberflächenwellenschwingung das abgreifende Elektrodenpaar vollständig durchquert, und die Erzeugung des Antwort-Funksignals bricht ab.
20

Nach einer kurzen weiteren Verzögerung, zum Zeitpunkt t_5 , beginnt mit der erneuten Ausstrahlung des Abfrage-Funksignals ein neuer Arbeitszyklus der Abfrageeinheit des Sensors.
25

- Figur 2 zeigt eine weiterentwickelte Ausgestaltung des Sensorsystems aus Figur 1. Hier sind an jeder Position 31 an der Umfangsfläche des Reifens nur zwei Sensoren 33 angeordnet, die jeweils für Kraft beziehungsweise Beschleunigung in den zur Oberfläche des Luftreifens tangentialen Richtungen empfindlich sind. Ihr Aufbau ist der gleiche wie oben anhand der Figuren 1, 3, 5 oder 6 beschrieben.
- 10 Der in Figur 1 an jeder Position 31 vorhandene, für eine Kraft oder Beschleunigung in radialer Richtung empfindliche Sensor ist durch einen einzigen Sensor 36 ersetzt, der den dynamischen Innendruck des Luftreifens mißt. Aus diesem Innendruck beziehungsweise seinen Veränderungen kann auf eine in radialer Richtung auf den Luftreifen 30 wirkende Kraft rückgeschlossen werden. Dieser Sensor 36 weist eine in Umfangsrichtung des Luftreifens 30 ausgedehnte Antenne 37 oder Antennenanordnung auf, von der in
- 15 jeder Drehstellung des Luftreifens ein Teil innerhalb der Keule 34 der Antenne 11 liegt, so daß der Drucksensor 36 zu jedem beliebigen Zeitpunkt abgefragt werden kann.
- 20
- 25 Der einzelne Drucksensor 36 ersetzt somit sämtliche Sensoren für die in radialer Richtung wirkende Kraft oder Beschleunigung des Ausführungsbeispiels aus Figur 1. Dies erlaubt eine erhebliche Verringe-

5 rung der Zahl der Sensoren im Vergleich zum Ausführungsbeispiel der Figur 1. Wenn man einen Umfang des Luftreifens 30 von circa 2 Meter und einen Abstand der Positionen 31 der einzelnen Sensoren von circa 10 cm zugrunde legt, so reduziert sich die Zahl der benötigten Sensoren von $3 \times 20 = 60$ im Falle des Ausführungsbeispiels der Figur 1 auf $2 \times 20 + 1 = 41$ im Falle der Figur 2.

10 Bei den in den Figuren 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispielen ist die Ausdehnung der Keule 34 in Umfangsrichtung und der Abstand der Sensorpositionen 31 so gewählt, daß sich zu jedem Zeitpunkt drei Positionen 31 innerhalb der Keule 34 befinden. Dies
15 bedeutet, daß zu jedem Zeitpunkt neun beziehungsweise sieben Sensoren (sechs Sensoren 33 für die tangentialen Richtungen und der Drucksensor 36) durch das Abfrage-Funksignal der Antenne 11 angesprochen werden können. Für eine brauchbare Fernab-
20 frage ist es notwendig, die Antwort-Funksignale, die von mehreren an einer gleichen Position angeordneten Sensoren ausgehen, unterscheiden zu können, und auch die von Sensoren an verschiedenen Positionen 31 gelieferten Antwort-Funksignale müssen
25 unterscheidbar sein. Zu diesem Zweck ist eine Kodierung der Funksignale erforderlich. Eine Softwarecodierung ist hier unzweckmäßig, zum einen aufgrund der mit Ausführung eines Programms verbunde-

nen Verarbeitungszeiten, zum anderen, weil die Sensoren die für eine solche Codierung benötigte Energie nur aus dem Abfrage-Funksignal gewinnen können, die Energie mithin knapp ist.

5

Es wird deshalb eine Codierung mit Hilfe der Träger- und Meßfrequenzen der zwischen der Antenne 11 und den Sensoren ausgetauschten Funksignale eingesetzt. Die auf dem Umfang des Luftreifens 30 verteilten Sensoren 33 sind jeweils in eine Mehrzahl von Gruppen aufgeteilt, bei den Beispielen der Figuren 1 und 2 ist diese Zahl willkürlich auf vier festgelegt, und die Positionen 31 sind je nach Zugehörigkeit ihrer Sensoren 33 zu einer der vier Gruppen in den Figuren 1 und 2 mit a, b, c oder d bezeichnet.

Einer ersten Variante zufolge ist die Trägerfrequenz f_T des Abfrage-Funksignals für alle Sensoren 33 gleich, und die zweiten Resonatoren 3 aller Sensoren 33 sind auf diese Trägerfrequenz f_T abgestimmt. Die ersten Resonatoren 5 weisen Abstimmbereiche auf, die innerhalb einer Gruppe je nach von dem Sensor 33 zu erfassender Meßgröße unterschiedlich sind, und die sich ferner von einer Gruppe zur anderen unterscheiden. Nimmt man zum Beispiel im Falle der Figur 2 an, daß die Abstimmbereiche der ersten Resonatoren 5 jeweils eine Breite von 10 MHz

haben, so ist folgende Zuordnung von Abstimmungsbereichen zu Gruppen und Meßgrößen möglich:

Gruppe	Kraft in Fahrtrichtung	Kraft in Querrichtung
a	0-10 MHz	40-50 MHz
b	10-20 MHz	50-60 MHz
c	20-30 MHz	60-70 MHz
d	30-40 MHz	70-80 MHz

5 Die Abfrageeinheit ist somit in der Lage, durch Auswahl der Meßfrequenz selektiv nur die ersten Resonatoren einer Gruppe und innerhalb dieser Gruppe nur den ersten Resonator des Sensors 33, der einer bestimmten Meßgröße zugeordnet ist, anzuregen, so
10 daß das im Anschluß an die Anregung erhaltene Antwort-Funksignal nur von dem auf diese Weise adressierten Sensor 33 kommen kann.

Selbstverständlich ist es auch möglich, dem Träger-
15 signal eine Mehrzahl von Meßfrequenzen aufzumodulieren, so daß Antwort-Funksignale von mehreren Sensoren 33 gleichzeitig erhalten werden, und die Meßfrequenzen der sich zeitlich überlagernden Antwort-Funksignale in der Abfrageeinheit spektral zu
20 zerlegen, um sie so den einzelnen Sensoren 33 beziehungsweise den von ihnen überwachten Meßgrößen zuzuordnen.

Eine weitere Möglichkeit ist, verschiedenen an einer gleichen Position 31 angeordneten, einer gleichen Gruppe zugehörigen Sensoren 33 unterschiedliche Trägerfrequenzen bei gleichen Abstimmbereichen der ersten Resonatoren 5 zuzuordnen. Auf diese Weise können von diesen Sensoren jeweils Antwort-Funksignale erhalten werden, die zwar gleiche Meßfrequenzen beziehungsweise genauer gesagt Meßfrequenzen innerhalb eines gleichen Abstimmbereichs aufweisen, die aber anhand ihrer unterschiedlichen Trägerfrequenzen in der Abfrageeinheit voneinander trennbar sind und so jeweils korrekt den zu erfassenden Meßgrößen zugeordnet werden können.

Wenn an einer Position 31 zwei Meßgrößen erfaßt werden sollen, kann es auch zweckmäßig sein, die Antennen 1 der Sensoren 33 polarisationsempfindlich zu konstruieren. So kann zum Beispiel die Antenne 1 eines Sensors 33, der eine Kraft in Fahrtrichtung erfaßt, nur für ein parallel zur Fahrtrichtung polarisiertes Abfrage-Funksignal empfindlich sein, und ein an der gleichen Position 31 angeordneter Sensor 33 zum Erfassen der Kraft quer zur Fahrtrichtung ist empfindlich für ein quer dazu polarisiertes Abfrage-Funksignal. Entsprechend unterscheiden sich die Polarisationen der von den zwei

Sensoren 33 ausgestrahlten Antwort-Funksignale, so daß die Abfrageeinheit an der Polarisierung die Antwort-Funksignale zu unterscheiden vermag.

5 Während das Fahrzeug sich bewegt, sollen alle Sensoren des Rades fortlaufend abgefragt werden. Zu diesem Zweck kann gemäß einer einfachen Ausgestaltung die Keule 34 der Antenne 11 so bemessen werden, daß im wesentlichen immer nur eine Position 31
10 innerhalb der Keule liegt. Um eine Störung der Erfassung der Meßgröße durch am Rand der Keule 34 befindliche Sensoren zu vermeiden, ist hier eine sehr scharfe räumliche Begrenzung der Keule 34 erforderlich.

15

Einer vorteilhaften Alternative zufolge ist die Größe der Keule 34 der Antenne 11 in Umfangsrichtung des Luftreifens 30 einerseits so groß, daß stets mehrere Positionen 31 in dieser Keule 34 liegen, andererseits aber nicht so groß, als daß Sensoren aller Gruppen darin Platz finden könnten. Bei
20 der in den Figuren 1 beziehungsweise 2 gezeigten Stellung des Rades kann die Abfrageeinheit jeweils Sensoren der Gruppen c, d und a anregen und Antwort-Funksignale von ihnen empfangen, Sensoren der
25 Gruppe b liegen nicht in der Keule 34. Da die Gruppen a, b, c, d zyklisch aufeinanderfolgen, kann die Abfrageeinheit aus dem Fehlen eines Antwort-

Funksignals der Gruppe b folgern, daß die Sensoren der Gruppen a und c sich in der Nähe des Randes des abgeplatteten Bereichs 32 befinden müssen und daß der Sensor der Gruppe d in der Mitte des abgeplatteten Bereichs 32 liegen muß. Am Rand des Bereichs 32 findet eine starke Walkbewegung des Materials des Luftreifens 30 statt, so daß die Sensoren der Gruppen a und c dadurch starken Kräften ausgesetzt sein können. Der Sensor der Gruppe d hingegen muß sich in der Mitte des abgeplatteten Bereichs 32 befinden, also dort, wo die Walkbewegung gering ist, die Kraftübertragung zwischen Luftreifen 30 und Fahrbahn aber am wirksamsten ist. Das von diesem Sensor gelieferte Antwort-Funksignal erlaubt somit den genauesten Rückschluß auf die Qualität der Bodenhaftung des Luftreifens. Die Abfrageeinheit identifiziert daher das Antwort-Funksignal des Sensors der Gruppe d anhand seiner charakteristischen Meßfrequenz und veranlaßt beispielsweise die Ausgabe eines Warnsignals an den Fahrer des Fahrzeugs, wenn der momentane Wert dieser Meßfrequenz, der die vom Sensor der Gruppe d erfaßte Kraft repräsentiert, einen Sollbereich verläßt. Auf diese Weise kann der Fahrer gewarnt werden, noch bevor die Bodenhaftung des Fahrzeugs, zum Beispiel durch Aquaplaning oder Fahren auf eisglatter Fahrbahn, verlorenght, und die Gefahr von Unfällen kann verringert werden.

5 Patentansprüche

1. Sensorsystem zum Erfassen von wenigstens einer
Meßgröße an einem rotierenden Gegenstand (30) ,
mit wenigstens einem an dem rotierenden Ge-
10 genstand (30) angeordneten, für die Meßgröße
empfindlichen Sensor und Mitteln zum Abgreifen
von Meßsignalen von dem wenigstens einen Sen-
sor und zum Weiterleiten der Signale zu einer
Verarbeitungseinrichtung, welche eine Anten-
15 nenanordnung (11) zum Versorgen des wenigstens
einen Sensors mit Hochfrequenzenergie und zum
Empfang eines abhängig von der zu erfassenden
Größe modulierten Hochfrequenzsignals von dem
Sensor umfassen, dadurch gekennzeichnet, daß
20 mehrere solche Sensoren an dem Gegenstand (30)
in Umfangsrichtung verteilt angeordnet sind,
und daß die Antennenanordnung (11) eine Richt-
charakteristik (34) für das Senden und/oder
den Empfang hat, die bezogen auf ein nicht mit
25 dem Gegenstand (30) rotierendes Koordinaten-
system ortsfest ist und die nur einen Teilbe-
reich (32) des Gegenstandes (30) einschließt.

2. Sensorsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Teilbereich die Kontaktfläche des Gegenstandes (30) mit einer Unterlage ist.
- 5
3. Sensorsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennenanordnung (11) eine gemeinsame Antenne für Senden und Empfang umfaßt.
- 10
4. Sensorsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Sensoren, die zur Erfassung einer gleichen physikalischen Größe dienen, in Umfangsrichtung des Gegenstandes (30) einen Abstand haben, der im wesentlichen der Ausdehnung des Teilbereichs (32) in Umfangsrichtung entspricht.
- 15
5. Sensorsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren eine Codierung aufweisen, die es ermöglicht, unter einer Mehrzahl von in dem Teilbereich (32) befindlichen Sensoren selektiv wenigstens einen Sensor mit Hochfrequenzenergie zu versorgen oder von wenigstens einem in dem Teilbereich befindlichen Sensor selektiv zu empfangen.
- 20
- 25

6. Sensorsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren n Gruppen bilden, die jeweils zyklisch auf den Umfang des Gegenstandes (30) verteilt sind.
- 5
7. Sensorsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Teilbereich so begrenzt ist, daß niemals Sensoren aller n Gruppen sich gleichzeitig darin befinden.
- 10
8. Sensorsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Sensor einen durch eine einer Trägerfrequenz der Hochfrequenzenergie aufmodulierte Meßfrequenz anregbaren ersten Resonator (5) aufweist, dessen Resonanzfrequenz in Abhängigkeit von der Meßgröße variabel ist.
- 15
9. Sensorsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Resonator (5) einen Oberflächenwellenresonator oder einen Schwingquarz umfaßt.
- 20
10. Sensorsystem nach Anspruch 9, daß der erste Resonator (5) ferner ein für die Meßgröße sensitives diskretes Bauelement (6) umfaßt.
- 25

11. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 5 bis 7 und einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Kodierung ein spezifischer Resonator-Abstimmbereich entspricht.
- 5
12. Sensorsystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Resonator-Abstimmbereiche der einzelnen Kodierungen disjunkt sind.
- 10 13. Sensorsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßgröße eine vektorielle Größe, insbesondere eine Kraft oder Beschleunigung ist.
- 15 14. Sensorsystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren jeweils zur Erfassung von zwei zueinander senkrechten, zur Oberfläche des Gegenstandes tangentialen Komponenten der Meßgröße ausgelegt sind.
- 20
15. Sensorsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenstand (30) ein Luftreifen ist.
- 25 16. Sensorsystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß es ferner einen einzelnen Sensor (36) für den Reifendruck aufweist.

17. Sensorsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Sensor einen durch eine Trägerfrequenz der Hochfrequenzenergie anregbaren zweiten Resonator (3) aufweist.
18. Sensorsystem nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Resonator (3) ein Oberflächenwellen-Resonator ist.
19. Sensorsystem nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Resonator (3) in der Lage ist, in Reaktion auf einen Anregungs-Schwingungspuls einen zeitlich verzögerten Ausgangs-Schwingungspuls zu erzeugen.
20. Sensorsystem nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Resonator (3) eine Ausbreitungsstrecke (L) für die Oberflächenwelle aufweist, die von einer in dem zweiten Resonator (3) angeregten Oberflächenwelle zurückgelegt werden muß, bevor sie abgegriffen wird.
21. Sensorsystem nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Resonator zwei räumlich beabstandete Paare (25,26) von Elektroden (21,22) aufweist.

22. Sensorsystem nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Resonator (5) ein Paar (27) von Elektroden (21,22) zum Anregen und Abgreifen einer Oberflächenwelle und von dem Elektrodenpaar (27) beabstandet angeordnete Reflektorelektroden (23) aufweist.

Fig.1

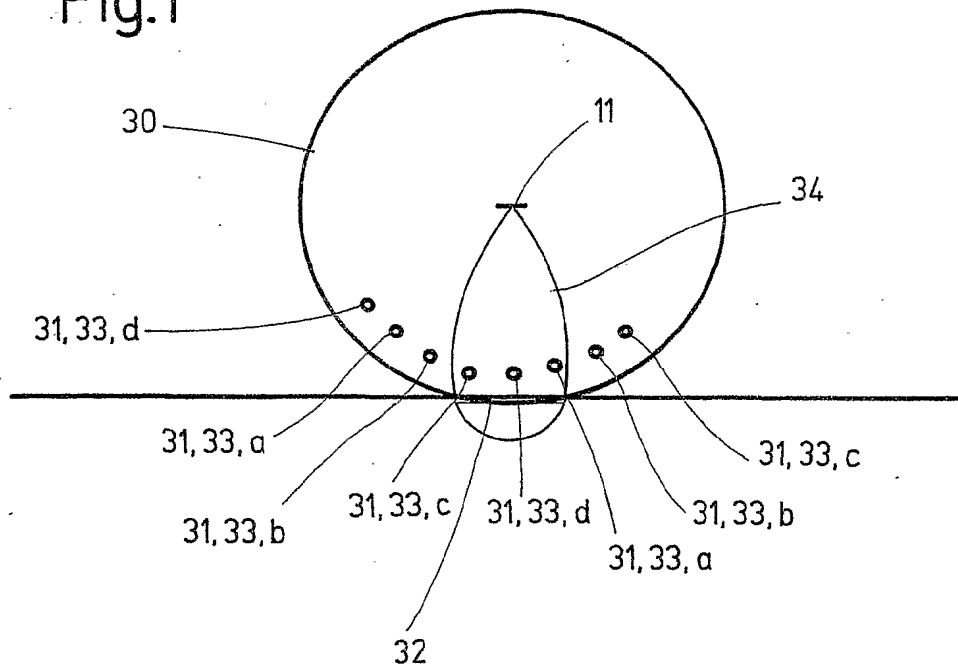
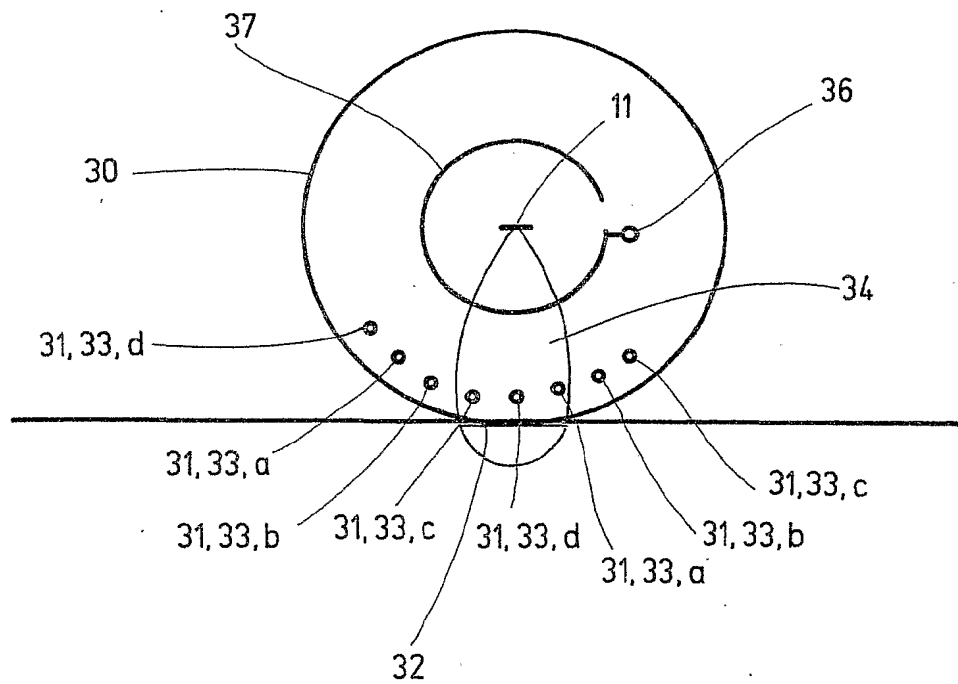


Fig.2



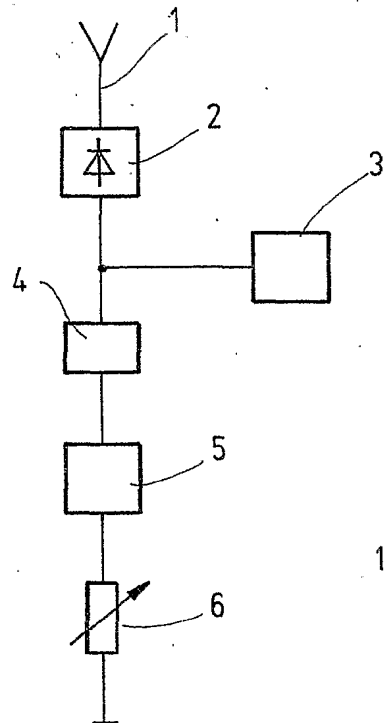


Fig. 3

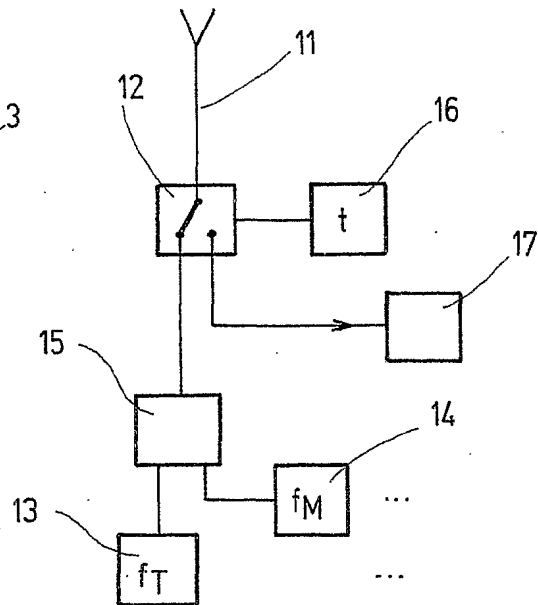


Fig. 4

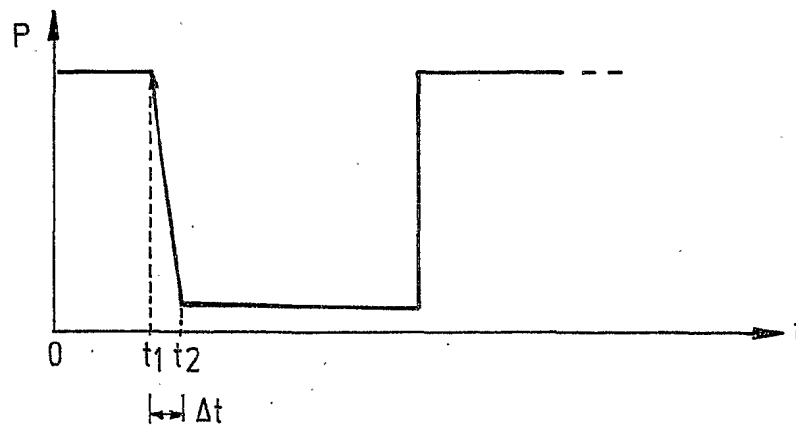
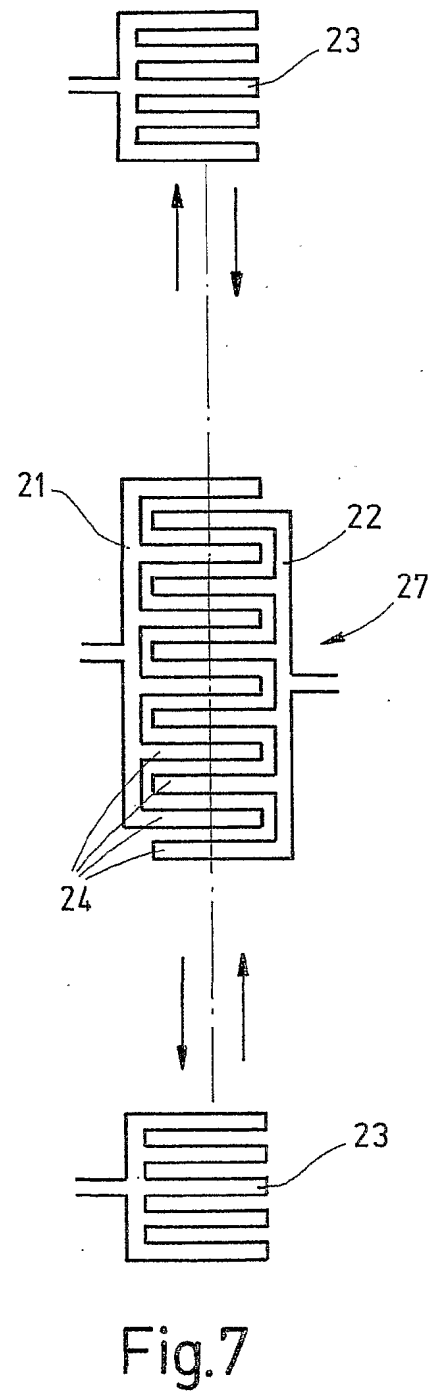
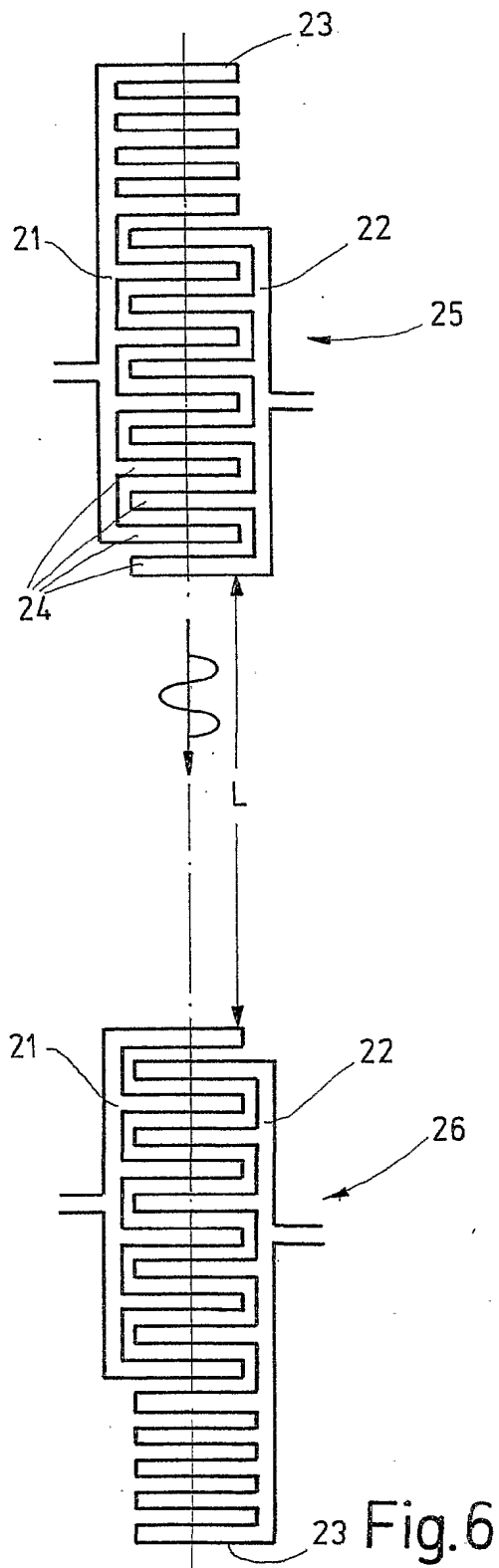


Fig. 5



4 / 4

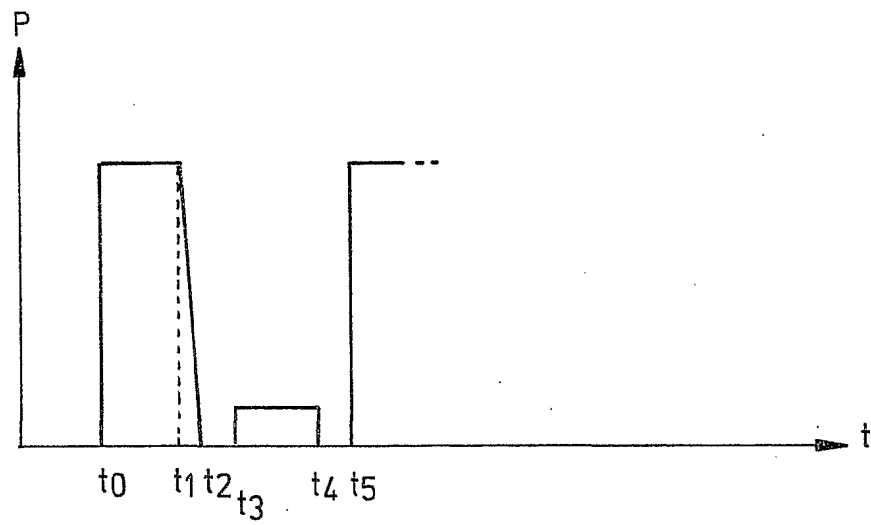


Fig.8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

ational Application No

PCT/DE 01/01323

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B60T8/00 B60C23/06 B60C23/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60T B60C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 937 615 A (SIEMENS AG) 25 August 1999 (1999-08-25) column 16, line 15 - line 28; figure 12 ---	1
A	WO 93 25400 A (OLSSON LARS J ; SAAB SCANIA COMBITECH AB (SE)) 23 December 1993 (1993-12-23) page 4, paragraph 3 -page 5, paragraph 2; figures 1-3 page 7, paragraph 3 -page 8, paragraph 2 -----	1



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 August 2001

Date of mailing of the international search report

16/08/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Smeyers, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/01323

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0937615	A	25-08-1999	DE 19807004 A	09-09-1999
WO 9325400	A	23-12-1993	EP 0643647 A	22-03-1995

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

ationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/01323

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B60T8/00 B60C23/06 B60C23/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B60T B60C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 937 615 A (SIEMENS AG) 25. August 1999 (1999-08-25) Spalte 16, Zeile 15 - Zeile 28; Abbildung 12 ----	1
A	WO 93 25400 A (OLSSON LARS J ; SAAB SCANIA COMBITECH AB (SE)) 23. Dezember 1993 (1993-12-23) Seite 4, Absatz 3 - Seite 5, Absatz 2; Abbildungen 1-3 Seite 7, Absatz 3 - Seite 8, Absatz 2 -----	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. August 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/08/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Smeyers, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

ationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/01323

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0937615	A	25-08-1999	DE	19807004 A	09-09-1999
WO 9325400	A	23-12-1993	EP	0643647 A	22-03-1995